

Bedarfsgerecht düngen mit Gülle oder Substratrest

Wie können Nährstoffüberhänge bei Mais vermieden werden?

Die Düngung des Mais erfolgt in sehr hohem Maße durch organische Düngemittel, die über den Nährstoffkreislauf auf die Anbauflächen zurückgebracht werden. Bei der Düngung mit diesen Wirtschaftsdüngern ist auf eine hohe Ausnutzung zu achten, damit die Vorgaben der Düngeverordnung eingehalten werden können und eine Gewässerverunreinigung vermieden wird.

Peter Lausen, Rendsburg

Die Berechnung der optimalen Höhe der Stickstoffdüngung richtet sich nach dem Ertrag. Dabei ist nicht der Ertrag eines Spitzenjahres oder einer außerordentlich schlechten Ernte heranzuziehen, sondern der nachhaltig erzielte Ertrag des Einzelschlages.

N-Bedarf und N-Düngung

Bei einem Ertrag von 40 t/ha Frischmasse mit 32 Prozent Trockensubstanz und 7 Prozent Rohproteingehalt werden 143 kg N/ha abgefahren. Wird der Mais mit einem Ertrag von 50 t/ha bei 8 Prozent Rohprotein geerntet, dann werden damit 205 kg N/ha abgefahren. Die Düngeverordnung sieht die Bemessung der N-Düngemenge unter Berücksichtigung der N-Abfuhr vor. Der Mais ist im Vergleich zu anderen Ackerkulturen besser in der Lage, den aus dem Boden im Lauf des Jahres verfügbar werdenden Stickstoff auszu-

nutzen. Die bessere Ausnutzung ist darin begründet, dass der Mais im Juli und August (bis zur Teigreife) den Hauptstickstoffbedarf hat. Diese verhältnismäßig späte N-Aufnahme im Jahr passt gut zur N-Mineralisation des Bodens. Mit steigender Bodenerwärmung beginnt die N-Mineralisation, die durch eine Bodenbearbeitung im Frühjahr noch gefördert wird. Da die Maisflächen im Normalfall regelmäßig Gülle erhalten haben, steht zusätzlich ein großes Nachlieferungspotenzial der Vorjahre zur Verfügung.

In die N-Sollwerte als Grundlage für die Bemessung der N-Düngemenge in den Richtwerten für die Düngung der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein gehen die Ergebnisse aus Düngeversuchen ein. Die Ermittlung der optimalen N-Düngemenge ist die Versuchsfrage bei einem Langzeitversuch in Schuby, bei dem verschiedene mineralisch und organisch gedüngte N-Stufen verglichen werden.

In Abbildung 1 ist der Ertrag der mineralisch und mit Gülle gedüngten Varianten in den Jahren 2008 bis 2013 dargestellt. Neben der Variante ohne Düngung sind im Versuch vier mineralische (70, 110, 150 und 190 kg Gesamt-N/ha) und drei Güllevarianten (20, 30 und 40 m³/ha) angelegt. Alle Varianten erhielten 40 kg N/ha (Ausnahme: Variante Null-N-Düngung) und 40 kg P₂O₅/ha über die Unterfußdüngung.

Bis zu welcher Höhe ist die N-Düngung noch rentabel? Oder anders gefragt: An welchem Punkt ist der Wert des Maiszuwachses so hoch wie die Kosten für das letzte aufgewendete kg N? Es wurden Erstellungskosten (ohne Pachtkosten, ohne Prämie) für Maissilage von 26,- Euro/t FM (7,80 Euro/dt TM) unterstellt. Der Mineraldüngerpreis für Stickstoff orientiert sich dabei an den aktuellen Notierungen für KAS von 1,04 Euro/kg N inkl. MwSt. Unter diesen Annahmen liegt das ökonomische Optimum mineralisch gedüngter sandiger Flächen bei 151 kg Gesamt-N/ha. Steigt der Preis für Stickstoff oder sinkt der Wert des Silomaises, so liegt das N-Optimum entsprechend niedriger und umgekehrt. Die N_{min}-Gehalte lagen in dem Zeitraum für die mineralischen Varianten bei 12 kg, die der organisch gedüngten Varianten bei 15 kg N/ha in 0–60 cm Bodentiefe. Damit liegt der Sollwert, der sich aus den gemessenen N_{min}-Gehalten im Frühjahr und dem N-Düngebedarf zusammensetzt, im Optimum bei 173 kg N/ha bei einem Ertrag von 149 dt TM/ha. Dadurch wird der Sollwert in den „Richtwerten für die Düngung Schleswig-Holstein 2013“ (169 kg N-Sollwert/ha) bestätigt. Liegt der erzielte Ertrag der letzten Jahre zwischen den angegebenen Ertragsstufen, so ist der entsprechende N-



Durch das StripTill-Verfahren wird Wirtschaftsdünger verlustfrei unter dem nachfolgend gesäten Mais Korn platziert. Die Nährstoffe aus dem Gülleband werden so gut durch die Maiswurzeln erreicht.

Fotos: Autor



Eine Unterfußdüngung insbesondere mit Phosphat ist in einem kalten Frühjahr unerlässlich.

Sollwert zu interpolieren. Die N-Düngeplanung kann auch mithilfe eines Berechnungsprogramms auf der Seite der Landwirtschaftskammer (lksh.de) auf Basis der Richtwerte für die Düngung vorgenommen werden.

Gülleanrechnung

Die Erträge der Einzeljahre schwanken bei den organisch gedüngten Varianten mehr als bei jenen, die eine Mineraldüngung erhalten haben. Diese Ertragschwankungen sind überwiegend witterungsbedingt auf die unterschiedliche N-Wirkung aus der Gülle zurückzuführen. Die erreichten Erträge sind im Zeitablauf gestiegen, woran der Zuchtfortschritt und teilweise günstigere Witterungsbedingungen sicherlich maßgeblich beteiligt sind. Ein Blick auf die Güllevarianten in Abbildung 1 zeigt gegenüber der Mineraldüngung einen geringeren Ertragszuwachs, wenn große Teile der mineralischen Düngemenge durch Güllestickstoff ersetzt werden.

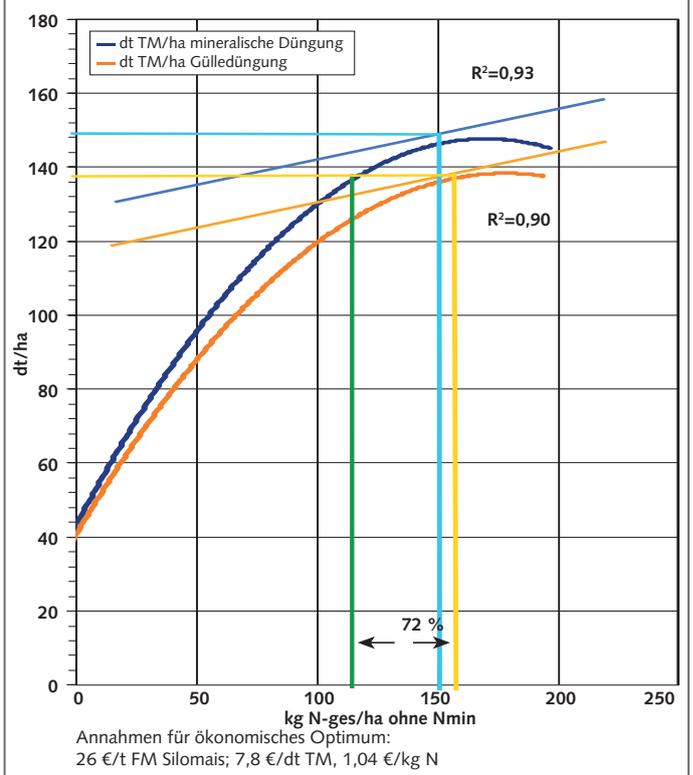
Der N-Gesamtgehalt der Rindergülle kann mit 70 Prozent in der Düngplanung angesetzt werden. Die Ausnutzung des im Wirtschaftsdünger enthaltenen Stickstoffs ist geringer als die einer mineralischen Düngung. Daher ist auch der Er-

tragszuwachs mit steigender Güllegabe geringer (Abb. 1). Um diesen Sachverhalt in die Düngplanung einzubringen, muss ermittelt werden, wie viel mineralisch gegebener Stickstoff erforderlich war, um zum selben Maisertrag wie im organisch gedüngten Optimum zu kommen. Im angeführten Versuch führten 158 kg Gesamt-N beim organisch gedüngten Optimum zum selben Ertrag wie 114 kg N/ha mineralisch gedüngt (siehe grüne Linie in Abb. 1). In dem Versuch wurde ein Mineraldüngeräquivalent (MDÄ) von 72 Prozent für Silomais mit Rindergülledüngung ermittelt.

N-Überhang

Die N-Überhänge differieren sehr stark mit den jeweiligen Düngungsstufen und Düngungsformen. Niedrige N-Düngemengen führen zu ausgeglichenen N-Salden. Während die 20-m³-Variante noch einen Überhang von 12 kg aufweist, steigt der N-Überhang bei der 40-m³-Variante auf 43 kg N/ha an. Das sind 21 kg mehr N-Überhang als in der Variante mit 30 m³/ha. Beträgt die mineralische N-Düngemenge nicht 150 kg, sondern 190 kg, so sind von den 40 kg N/ha mehr gegebenem Mineraldünger nur 14 kg (35 Prozent) in der Maispflanze wiederzufinden. Bei der organischen

Abb. 1: TM-Ertrag Silomais mineralische und organische Düngung Schubst 2008–2013

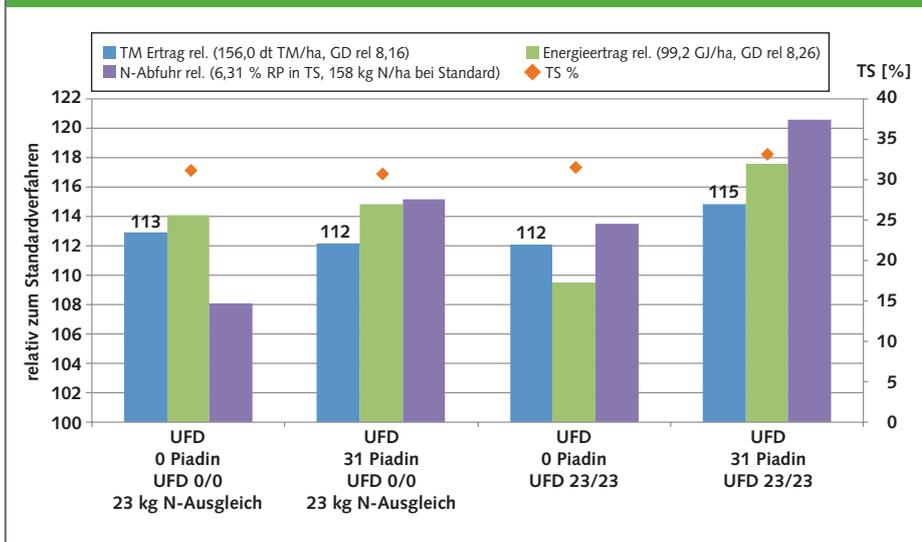


Düngung sind von den 30 kg Gesamt-N, zwischen der Stufe mit 135 und 165 kg Gesamt-N, nur 30 Prozent von der Maispflanze aufgenommen worden.

Gülledüngung

Für eine optimale N-Ausnutzung ist es entscheidend, dass die organischen N-Dünger nicht zu früh vor der Aussaat ausgebracht werden. Da die Haupt-N-Aufnahme erst ab Mitte Juli erfolgt, ist eine rasche Umsetzung der Gülle nicht erforderlich. Bei einer frühen Gülleausbringung besteht insbesondere bei hohen Bodentemperaturen die Gefahr, dass der in der Gülle vorhandene Ammoniumstickstoff bereits zu Nitrat umgewandelt wird, bevor die Maispflanzen in der Lage sind, größere N-Mengen aufzunehmen. Bei erheblichen Niederschlägen in dieser Zeit könnten dann größere Nitratfrachten in tiefere Schichten verlagert werden. Die Ausbringung der Gülle sollte kurz vor der Saat bodennah erfolgen und es ist unbedingt darauf zu achten, dass die Gülle unverzüglich eingearbeitet wird, da die gasförmigen N-Verluste insbesondere bei warmen trockenen Böden zum größten Teil in den ersten Stunden eintreten. Nach den Vorgaben der Düngverordnung ist flüssiger Wirtschaftsdün-

Abb. 2: Erträge Unterfußdüngung Mais mit Substratrest, Schuby 2013, relativ zu Wirtschaftsdünger breitflächig mit 23/23 UFD



ger innerhalb von vier Stunden nach der Ausbringung auf unbewachsenen Boden einzuarbeiten. Bei einer Ausbringung der Gülle oder des Biogassubstrates kurz vor der Saat ist eine Stabilisierung der Gülle durch Nitrifikationshemmer nicht erforderlich, wenn es mehrere Wochen nach der Saat niederschlagsfrei bleibt. Durch Nitrifikationshemmer wird der bakterielle Umbau von Ammonium zu Nitrat behindert und findet erst nach Abbau des Wirkstoffs wieder ungehindert statt. Der gedüngte Ammoniumstickstoff kann dann zwar durch Pflanzen aufgenommen, aber nicht ausgewaschen werden.

Beim Substratrest ist zur Beurteilung der N-Wirkungsgeschwindigkeit der Ammoniumgehalt entscheidend. Mit zunehmender Verweildauer im Fermenter steigt der $\text{NH}_4\text{-N}$ -Anteil am Gesamt-N-Gehalt im Substratrest. Dieser variiert stark und liegt wie Rindergülle überwiegend im Bereich zwischen 50 und 70 Prozent $\text{NH}_4\text{-N}$ -Anteil am Gesamt-N.

Nur bei Beachtung vorgenannter Ausbringungsgrundsätze kann oben genannte 70-Prozent-N-Anrechnung erreicht werden. In Versuchen mit Rindergülle und Substratrest in Schleswig-Holstein hat sich eine ähnlich hohe N-Effizienz des Substratrestes wie bei der Rindergülle ergeben.

Unterfußdüngung

Bevor die erforderliche organische Düngemittelmenge berechnet werden kann, ist die notwendige mineralische Unterfußdüngung festzulegen. Aus verschiedenen Versuchen der Land-

wirtschaftskammer zur Unterfußdüngung beim Mais ist festzustellen, dass in Schleswig-Holstein eine Unterfußdüngung mit Phosphat zum Mais erforderlich ist. Der Mais benötigt zur Jugendentwicklung Phosphat. Aufgrund der zu Beginn des Wachstums außerordentlich schlechten Phosphataneignung ist für ausreichend wasserlösliches Phosphat im Wurzelbereich des Keimlings zu sorgen. Dies ist auch dann der Fall, wenn der Boden in einem guten Phosphat-Versorgungszustand ist, denn es kommt auf die hohe P-Konzentration im Wurzelbereich an. Es ist insbesondere in Jahren mit einem kalten Vorsommer zu beobachten, dass sich die junge Maispflanze bei unterlassener Unterfußdüngung deutlich schlechter entwickelt. Eine Unterlassung der Unterfußdüngung führte in den meisten Jahren zu absicherbaren Mindererträgen. Die unterfuß ausgebrachte P-Menge sollte bis zu 40 kg $\text{P}_2\text{O}_5\text{/ha}$ betragen, die Stickstoffmenge kann deutlich unter 40 kg N/ha liegen und sich an dem nach Gülleanrechnung verbleibenden N-Düngebedarf orientieren. Die Düngemittelform kann sich nach der jeweiligen Preiswürdigkeit der Düngemittel richten.

Unterfußdüngung mit Gülle und Substratrest

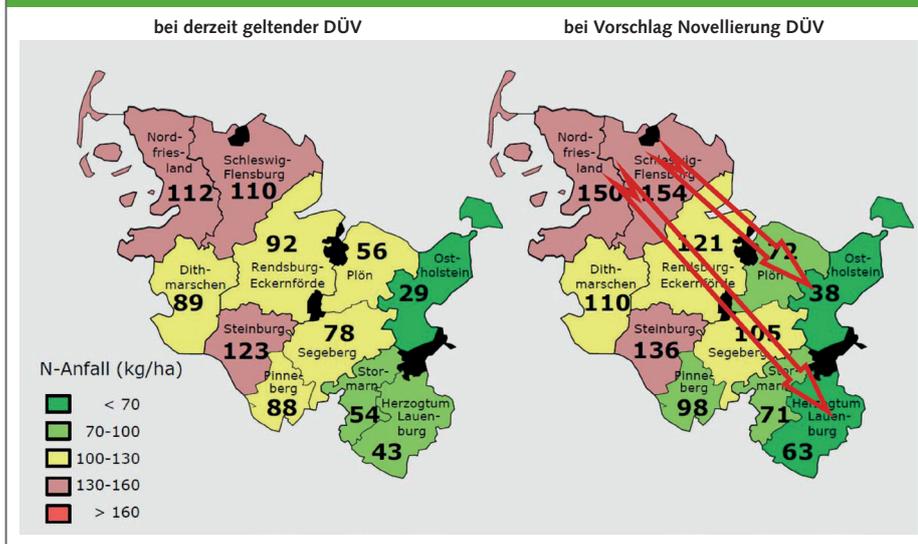
Die Unterfußdüngung (UFD) zum Mais muss nicht mineralisch, sondern kann auch mit Wirtschaftsdünger erfolgen. Diese Düngerform kann die Mineraldüngerkosten erheblich senken und ist insbesondere dann zu erwägen, wenn hohe P-Bodengehalte nur wenig Dün-

gebedarf über Wirtschaftsdünger erfordern. Wird in dieser Situation der gesamte P-Entzug über organische Düngemittel gegeben und zusätzlich mineralische P-Unterfußdüngung angewendet, dann steigen die P-Bodengehalte weiter an und der P-Überhang nimmt zu. Das Einhalten der zulässigen P-Überhänge wird dadurch für die Zukunft deutlich erschwert. Bei der Ablage von Gülle oder Substratrest im Bereich unterhalb des Saatgutes durch Schare, die einen röhrenförmigen Hohlraum erstellen, wird das Ziel verfolgt, die mineralische Unterfußdüngung zu ersetzen. Des Weiteren soll der gesamte durch Wirtschaftsdünger abdeckbare Nährstoffbedarf mit dieser Gabe ausgebracht werden. Um diesen beiden Zielen gerecht zu werden, ist der Abstand zum Maissaatgut so zu wählen, dass einerseits eine Unterfußdüngung dadurch ermöglicht wird, andererseits aber der Keimling durch die Salzkonzentration des Wirtschaftsdüngers nicht geschädigt wird. Der in Rindergülle oder Substratrest enthaltene Anteil wasserlöslichen Phosphates ist ausreichend, um den Ansprüchen einer Unterfußdüngung zu genügen. Die Untersuchung bei Wirtschaftsdüngern in Schleswig-Holstein hat ergeben, dass 1/4 bis 1/3 des enthaltenen Phosphates in wasserlöslicher Form vorliegt.

Da die Gülle bei dieser Düngelform sofort in den Boden injiziert und im Bereich der Hauptwurzeln platziert wird, ist von einer hohen Nährstoffausnutzung auszugehen. Dies ist zum einen in der N-verlustfreien Injektion in den Boden begründet, da die Gülle zu keinem Zeitpunkt der Luft ausgesetzt ist, zum anderen wird die Düngemenge im Bereich der besten Durchwurzelung abgelegt. Dadurch ist sichergestellt, dass die Maiswurzeln die Gülle auch erreichen. Werden bei Breitverteilung und Einarbeitung der Gülle auf die gesamte Krume die Bodenbereiche zwischen den Reihen nicht durch die Maiswurzel erreicht, so liegt der Nährstoff dort ungenutzt und ist möglicher Auswaschung weit stärker ausgesetzt als die im Band liegende Gülle. Im Jahr 2013 wurde auf einem Podsolstandort mit einem Humusgehalt um 5 Prozent im nördlichen Schleswig-Holstein ein Unterfußdüngungs-Versuch mit Substratrest in Mais angelegt (Abb. 3). Dabei erfolgte die Ablage des Substratrestes in den Bereich von 15 bis 20 cm Bodentiefe. In den Varianten, in denen die Applikation flacher erfolgte (5 cm zum Saatkorn), waren keine Unterschiede, auch nicht durch Salzsäuren, festzustellen. Das mag auch an der geringen Kalimenge von gut 200 kg

Abb. 3: N-Anfall organischer Dünger nach geltender DüV sowie den Vorschlägen der Bund-Länder-AG zur Novellierung der Düngeverordnung

Quelle: Taube et al. (2013): Berichte über Landwirtschaft, Sonderheft 291, Sept. 2013.



K_2O /ha gelegen haben. In der Abbildung 2 werden die Varianten mit einer Unterfußdüngung durch Substratrest und einem Abstand von 10 cm zum Saatkorn mit der Variante Breitverteilung und mineralischer Unterfußdüngung verglichen. Dabei erbrachte die Variante mit Biogassubstratrest im Band, die ebenfalls mineralischen Unterfußdünger erhielt, einen absicherbaren Mehrertrag von 12 Prozent. Dieser hat jedoch offenbar nicht an der mineralischen Unterfußdüngung gelegen, da die Variante, bei der der N-Ausgleich nach der Saat erfolgte, einen ebenso hohen Mehrertrag aufwies.

Durch die Unterfußdüngung mit flüssigem Wirtschaftsdünger kann eine Reduzierung der N- und P-Überhänge erreicht werden.

Das Verfahren der organischen Unterfußdüngung wird als Gemeinschaftsprojekt der Hochschule Osnabrück mit den Landwirtschaftskammern Niedersachsen, NRW und Schleswig-Holstein, gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt, untersucht. Der Zusatznutzen der Stabilisierung durch Piadin fiel im Vorjahr deutlicher aus und ist auch in Parallelversuchen der norddeutschen Landwirtschaftskammern stärker deutlich geworden. Bei zusätzlicher mineralischer Unterfußdüngung verbesserten sich die Inhaltsstoffe teilweise. Deutlicher wird der Zusatz von Nitrifikationshemmern (hier Piadin), die sich in höheren Proteingehalten und damit verbundener höherer N-Abfuhr niederschlagen. Der positive Effekt der N-Stabilisierung hat sich anteilig auch bei reduzierter Düngemenge gezeigt. Der Versuch wird fortgeführt, um

Ertragseffekte weiter abzusichern und die Ablagetiefe und den Effekt der N-Stabilisierung weiter zu prüfen.

Winterbegrünung

Eine Winterbegrünung nach der Maisernte kann Nitrat für die Folgefrucht binden und vor Erosion schützen. Gut entwickelter Roggen oder Grünroggen kann mehr als 20 kg N/ha binden. Dazu ist jedoch eine frühzeitige Maisernte erforderlich. Eine Güllegabe im Herbst sollte unterbleiben, da durch die Winterbegrünung der vom Mais nicht aufgenommene Nitrat-Stickstoff gebunden werden soll. Eine frühe, moderate Güllegabe zur Winterbegrünung im folgenden Frühjahr ist aber möglich.

Verbringung von Wirtschaftsdünger

Viehintensiv wirtschaftende Betriebe sind dazu verpflichtet, den Stickstoffanfall aus der Tierhaltung, der im Durchschnitt aller Betriebsflächen unabhängig von der Nutzung als Acker oder Grünland 170 kg N/ha übersteigt, abzugeben. Für die Berechnung dieser N-Menge werden festgelegte N-Ausscheidungen für jede Tierart und Haltungsform mit einem festgelegten Abzug für Stall- und Lagerverluste zugrunde gelegt. Es ist absehbar, dass zukünftig alle organischen und organisch-mineralischen Düngemittel, also auch die pflanzlichen Ursprünge, in diese Regelung einfließen werden.

In Schleswig-Holstein sind deutliche regionale Unterschiede im Anfall von Wirtschaftsdünger zu beobachten (Abb. 3). Arbeiten von Taube et al. (2013) belegen auf Basis der geltenden Vorgaben nach Düngeverordnung einen Einsatz von Wirtschaftsdüngern aus tierischer Herkunft von im Landesdurchschnitt circa 85 kg N/ha

Bezieht man wie bei den geplanten Neuregelungen der Düngeverordnung Substratreste und Klärschlamm ein, dann steigt nach den Berechnungen von Taube et al. dieser Anteil an, wobei sich die an Milchvieh und Biogas starken Kreise Nordfriesland und Schleswig-Flensburg im Norden bedenklich der 170-kg/ha-N-Obergrenze nähern. Daraus lässt sich ableiten, dass bereits jetzt in einzelnen Kreisen (und Betrieben) die sinnvoll verwertbaren Nährstoffmengen nahezu ausgeschöpft und regional sogar überschritten sein könnten.

Die erforderliche Abgabe von Wirtschaftsdünger an aufnehmende Betriebe ist bislang durch eigene Initiative erfolgt oder durch Berater, Lohnunternehmer, Maschinenringe und andere vermittelt worden. Der sich abzeichnende erforderliche Nährstoffstrom soll jedoch zusätzlich durch die Errichtung einer landesweiten Nährstoffbörse befördert werden. <<

Fazit

Rindergülle und Substratrest können in der Düngeplanung mit 70 Prozent des N-Gesamtgehaltes angesetzt werden. Bei einer N-Düngung über das N-Düngeoptimum hinaus sinkt die N-Effizienz und steigt der N-Überhang schnell an. Durch eine organische Unterfußdüngung können die Nährstoffausnutzung verbessert und die N- und P-Bilanzüberhänge reduziert werden. Es wird zukünftig in noch größerem Maße erforderlich werden, Wirtschaftsdünger aus Regionen mit intensiver Viehhaltung und Biogaserzeugung in Regionen mit hohem Nährstoffbedarf umzulenken.

KONTAKT

Peter Lausen

Landwirtschaftskammer S-H
Referat Düngung, 24768 Rendsburg
Telefon: 04331 9453341
Telefax: 04331 9453349
plausen@lksh.de